

Микроструктурные особенности и электромеханические характеристики керамоматричных пьезокompозитов керамика/керамика

М.А. Луговая, Н.А. Швецова, Е.И. Петрова, И.А. Швецов, Д.И. Макарьев, А.Н. Рыбняец

Южный федеральный университет, 344090 Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: lugovaya_maria@mail.ru

В последнее время были достигнуты значительные успехи в улучшении механических свойств керамических материалов с помощью технологии керамоматричных композитов. Был разработан ряд технологий, основанных на включении конструкционных керамик в функциональные, а также были предложены новые технологические решения в области функциональных сегнетоэлектрических керамик [1]. Однако, проблема компромисса свойств, или, другими словами, ухудшения пьезоэлектрических свойств при увеличении концентрации непьезоактивного компонента, остается нерешенной. В данной работе предложен новый метод изготовления керамоматричных композитов системы ЦТС/ЦТС. В качестве компонентов матрицы и наполнителя композита были использованы синтезированные порошки и измельченные частицы спеченных пьезокерамик системы ЦТС различного состава. Размер частиц наполнителя был выбран исходя из компромисса между однородностью композита и минимальным размером поверхности соприкосновения компонентов для сведения к минимуму химического взаимодействия между компонентами композита различного состава. Спекание композита проводилось в особом температурном режиме для предотвращения растрескивания, возникающего из-за усадки и термического расширения компонентов композита.

Были изготовлены и исследованы образцы керамоматричных пьезокompозитов с различным размером частиц и объемной долей компонентов от 0% до 60%. Микроструктурные исследования выполнялись на полированных поверхностях и сколах образцов композитов с помощью оптического микроскопа (Neophot - 21) и сканирующего электронного микроскопа (JEOL JSM-6390LA). Измерения диэлектрических и пьезоэлектрических параметров образцов композитов выполнялись в соответствии со стандартом IEEE, а также с использованием метода анализа резонансных спектров (PRAP). Были исследованы и проанализированы микроструктурные особенности керамоматричных композитов, а также зависимости диэлектрических и пьезоэлектрических параметров от объемной доли и размера частиц наполнителя. В результате анализа микроструктуры было показано, что керамоматричные композиты системы ЦТС/ЦТС характеризуются плотной и однородной структурой с четко выраженными областями структурных компонентов композита, обладающих различными размерами, формой и характером упаковки зерен. В результате исследования были обнаружены и интерпретированы аномалии концентрационных зависимостей диэлектрических, упругих и пьезоэлектрических параметров керамоматричных композитов вблизи соответствующих порогов перколяции.

В заключении было показано, что новые керамоматричные пьезокompозиты системы ЦТС/ЦТС, состоящие из предварительно спеченных пьезокерамических частиц, включенных в пьезокерамическую матрицу, характеризуются уникальным спектром электромеханических свойств, недостижимых для стандартных керамических композитов системы ЦТС и традиционных методик изготовления. Изготовленные композиты могут быть использованы в пьезо- и ультразвуковых преобразователях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (научный проект № 0852-2020-0032 (БА30110/20-3-08ИФ)).

1. М.А. Луговая, И.А. Швецов, Н.А. Швецова, Е.И. Петрова, А.Н. Рыбняец, *Известия РАН. Серия физическая* **82**(3), 356 (2018).